

Optimering av logistik och säkerhetslagernivåer i Fluid-Bags lager i USA

Joni Remesaho

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för produktionsekonomi

Vasa 2019



EXAMENSARBETE

Författare: Joni Remesaho
Utbildning och ort: Produktionsekonomi, Vasa
Handledare: Robert Nyberg, Fluid-Bag
Mikael Ehrs, Yrkeshögskolan Novia

Titel: Optimering av logistik och säkerhetslagernivåer i Fluid-Bagslager i USA

Datum 28.05.2019

Sidantal: 25

Abstrakt

Detta examensarbete har gjorts på uppdrag av Fluid-Bag. Företaget tillverkar flexibla industriella förpackningslösningar för vätskor och halvfasta ämnen för både nationella och internationella kunder, men företaget fokuserar på export.

Fluid-Bag vill utveckla sin logistik i USA vilket betyder att de måste vara placerade på ett optimalt ställe för att kunna ge bra kundservice. De vill även att kunden ska få sina varor i tid och att det alltid ska finnas produkter i lagret.

Syftet med arbetet var att undersöka en omplacering av lagret i USA samt optimering av säkerhetslagernivåer. Med detta vill man minska sina leveranstider och kostnader för transporter samt ge kunden bättre service. Genom att optimera säkerhetslagernivåer säkerställer man att inte lagret töms på produkter och företaget får information om när man ska fylla lagret med varor. Detta minskar även kapitalbindningen i lagret.

Jag har med hjälp av litteraturstudier och data från företagets affärssystem gjort beräkningar på dessa frågeställningar. Som resultat har jag fått en optimal lagerplacering samt optimala säkerhetslagernivåer i Fluid-Bagslager i USA.

Språk: Svenska

Nyckelord: terminallokalisering, tyngdpunktsmodellen, säkerhetslager, statistiska metoder

BACHELOR'S THESIS

Author: Joni Remesaho
Degree Programme: Industrial Management
Supervisor(s): Robert Nyberg, Fluid-Bag
Mikael Ehrs, Yrkeshögskolan Novia

Title: Optimization of Logistics and Safety Stock Levels in Fluid-Bags Warehouse in USA

Date 28.05.2019

Number of pages: 25

Abstract

This Bachelors thesis is done on behalf of Fluid-Bag. The company manufactures flexible industrial bulk packaging solutions for liquids and semi-solids for national and international customers, but the company focuses on export.

Fluid-Bag wants to develop its logistics in the USA, which means that they need to be placed in an optimal place to be able to provide good customer service. They also want to deliver their products on time and they always want to have products in the warehouse.

The purpose of the thesis is to investigate a relocation of the warehouse in the USA and a optimization of security stock levels. With this they want to reduce their delivery times and costs for transport and give the customer better service. By optimizing security stock levels, they are ensuring that the warehouse is not emptied of products and the company receives information about when to fill the stock with products. This also reduces the capital tied up in the warehouse.

With the help of litterature studies and data obtained from the company's ERP, I have made calculations on these issues. As a result, I have obtained an optimal storage location and optimal security stock levels in the warehouse.

Language: English Key words: Terminal Location, Center of Gravity Method, Safety Stock, Statistical Methods

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Syfte.....	1
1.3	Avgränsning.....	2
1.4	Disposition	2
2	Företaget.....	3
3	Teori.....	5
3.1	Terminallokalisering.....	5
3.2	Tyngdpunktsmetoden.....	5
3.3	Säkerhetslager	7
3.4	Olika sätt att beräkna säkerhetslager.....	8
3.5	Servicenivå.....	9
3.6	Bedömningsmetoder	11
3.7	Proportionalitetsmetoder.....	11
3.8	Statistiska metoder	12
3.9	Säkerhetslagerlagernivå räkneexempel med statistisk metod.....	14
4	Metod.....	17
4.1	Lokaliseringsanalys.....	17
4.2	Dimensionering av säkerhetslager.....	19
5	Resultat.....	22
5.1	Optimala placeringen av lager i USA.....	22
5.2	Säkerhetslagerkalkylator	22
5.3	Beräkning av säkerhetslagernivåer	22
6	Diskussion	23
7	Källförteckning	25

Figurer

Figur 1 Fluid-Bag Oy Ab omsättning senaste åren. (Fonecta Finder, 2019)	3
Figur 2 Fluid-Bag Oy Ab resultat senaste åren. (Fonecta Finder, 2019)	4
Figur 3 Fluid-Bag MULTI och FLEXI (Fluid-Bag, 2019)	4
Figur 4 Illustration på behov av säkerhetslager	8
Figur 5 Sambandet mellan säkerhetsfaktor och servicenivå (Lumsden, 2012, s. 330)	10
Figur 6 Säkerhetslagrets påverkan av ökning av servicenivån (Lumsden, 2012, s.331)	10
Figur 7 Artiklar med olika efterfrågevariation men samma medelefterfrågan (Jonsson & Mattsson, 2005, s. 361)	12
Figur 8 Exempel på försäljning samt insättning av koordinater	18
Figur 9 Beräkning av optimal lokalisering med produktsummakommando	18
Figur 10 Geografiskt optimala lokaliseringen av lagret.....	19
Figur 11 Säkerhetslager kalkylator	21
Figur 12 Geografiskt optimala placeringen enligt tyngdpunktsmodellen.....	22
Figur 13 Exempel på säkerhetslager kalkylator	22

Tabeller

Tabell 1 Exempel på ledtidvariation.....	14
Tabell 2 Exempel på förväntad efterfrågan.....	15
Tabell 3 Tabell på produkter samt försäljning och prognoser 2019.....	20
Tabell 4 Säkerhetslagernivåer på olika produkter	22

1 Inledning

Det här examensarbetet är utfört på uppdrag av Fluid-Bag Ab. Företaget är beläget i Jakobstad och tillverkar flexibla industriella förpackningslösningar för vätskor och halvfasta ämnen. Jag kontaktade Fluid-Bag i september 2018 och vi planerade in en träff. Under mötet kom vi fram till ett konkret förslag och vi kom överens om att ha regelbundna möten under arbetets gång. Min handledare vid Fluid-Bag blev Robert Nyberg. Uppfattningen var att Fluid-Bag vill effektivisera sin logistik i USA och man vill bl.a. göra en optimering av lagersaldon baserat på ledtider, leveranstider och leveransomfång, samt beräkna en ny geografisk lokalisering för lagret.

1.1 Bakgrund

Amerika är en växande marknad för Fluid-Bag, men för att slå igenom på allvar behövs en fungerande logistik. Fluid-Bag vill att kunden alltid ska få sina produkter med så korta leveranstider som möjligt och detta fungerar inte optimalt just nu. Företaget har ett lager i Lansing, Michigan, men företaget anar att lagret ligger felplacerat och vill undersöka detta.

För att få en så kort leveranstid som möjligt krävs det också att lagret är placerat på rätt ställe med bra transportförbindelser. Detta görs vanligtvis med tyngdpunktsmetoden. Mera om hur man beräknar det optimala stället för ett lager finns i teoridelen.

För många företag är det en utmaning att hitta de rätta lagernivåerna. Om lagernivåerna är för stora så binder du mycket kapital och om lagernivåerna däremot är för små finns det risk för att lagret är tomt när kunden ska ha sina varor. För att undvika lagerbrist så används ett säkerhetslager.

Säkerhetslagren kan beräknas på flera olika sätt, men det vanligaste sättet är matematiska beräkningar. Mera information om hur man beräknar säkerhetslager finns i den teoretiska delen av detta arbete.

1.2 Syfte

Syftet med detta arbete var att undersöka omplacering av lagret i Amerika samt optimera lagersaldon. Detta innebär en lokaliseringsanalys med hjälp av tyngdpunktsmetoden samt beräkning av säkerhetsnivåer i lagret. Målet var att Fluid-Bag ska minska sina leveranstider med hjälp av att lagret är placerat på det absolut mest optimala geografiska läget. Det

kommer även att minska transportkostnader samt ge kunden en bättre och snabbare service. Det andra målet var att ge Fluid-Bag tillräckligt med information så att lagret inte töms på varor och att det alltid finns ett säkerhetslager att vända sig till.

Dessa frågeställningar besvaras med hjälp av litteraturstudier, samt data från företagets affärssystem.

1.3 Avgränsning

Examensarbetet är begränsat till marknaden i USA. Lokaliseringsanalysen kommer att beräknas av försäljningen från åren 2017 och 2018. Säkerhetsnivåerna kommer att beräknas på hela 2019. Från april till december 2019 kommer jag att använda mig av prognoser. Jag använder mig av dessa år för att få så färsk och pålitliga resultat som möjligt. Vid beräkning av säkerhetslagernivåer använder jag mig även av prognoser eftersom försäljningen har ökat från tidigare år och därför får jag mera rättvisa resultat av prognoser.

Arbetet görs enligt uppdrag av produktionschefen och logistikchefen. Delar av arbetet kommer att hemlighets stämplas på Fluid-Bags begäran eftersom informationen i arbetet kan anses vara sårbart för företaget.

1.4 Disposition

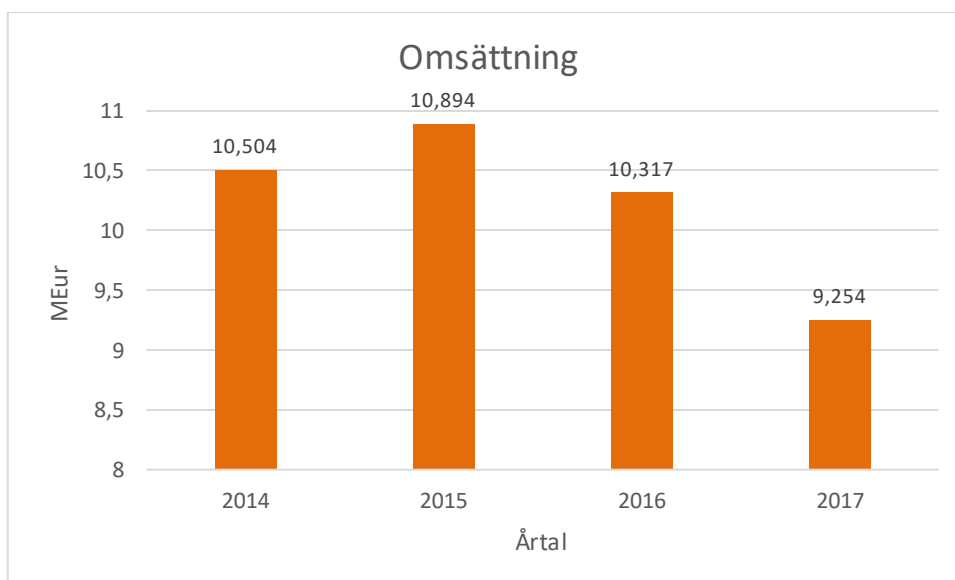
I kapitel 1 presenteras bakgrunden, syftet samt avgränsningen av arbetet. Det kommer även att finnas en disposition där man berättar hur arbetet är upplagd. I kapitel 2 presenteras uppdragsgivaren. Detta kapitel handlar om företaget och dess nyckeltal, historia samt deras produkter. I kapitel 3 presenteras arbetets teori. I detta kapitel får man bättre förståelse om hur jag kommit fram till resultaten. I kapitel 4 presenteras metoden, dvs. hur jag gått till väga för att genomföra arbetet. I kapitel 5 presenterar jag de resultat jag fått och i kapitel 6 för jag en diskussion om resultaten samt om arbetet i helhet.

2 Företaget

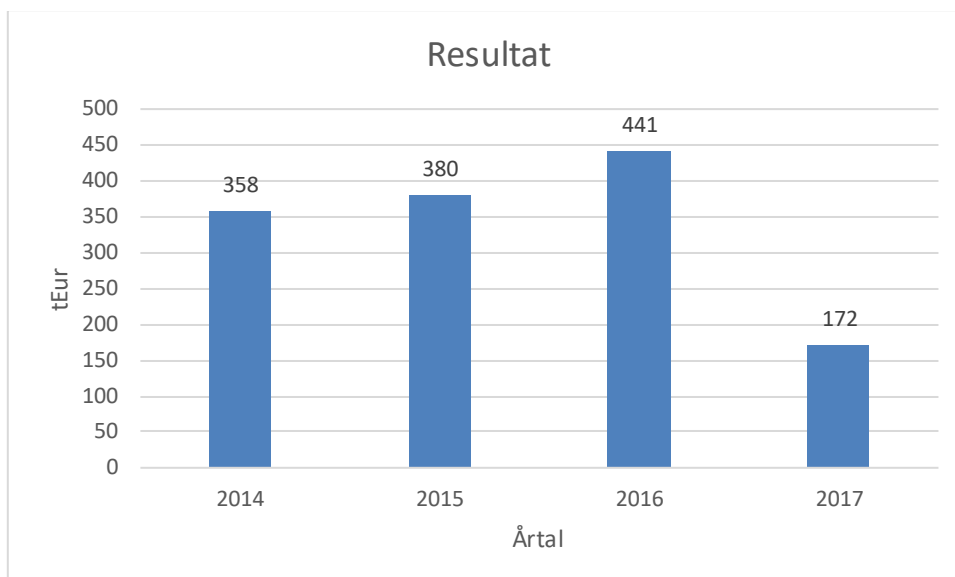
Fluid-Bag Oy Ab grundades år 1984 av Christian Wiklund i Jakobstad. Företagets historia började dock redan på 1970-talet när Christian Wiklund jobbade för ett företag som tillverkade behållare för apelsinjuicekoncentrat. Han märkte att dessa metallbehållare som de använde var väldigt opraktiska och de innehöll väldigt mycket luft. Detta fick Wiklund att börja koncentrera sig på att hitta en ny lösning för transport av vätskor i livsmedelsindustrin. Internationell synlighet fick de 1986 då företaget fick priset ”Worldstar For Packaging” för den mest innovativa vätskebehållaren. (Fluid-Bag, Fluid-Bag historia, 2019a)

Sedan år 1987 hör Fluid-Bag Oy till Solving Group och 2008 köpte Solving Group upp hela Fluid-Bag Oy (Solving, 2019). År 2006 grundades Fluid-Bag Asia Ltd som till en början endast skulle vara försäljningskontor i Asien men planen ändrades och idag finns även lagring och tillverkning i Chonburi, Thailand. (Fluid-Bag, Fluid-Bag historia, 2019a)

Fluid-Bag Oy verkar inom tre segment: Reaktiva kemikalier, bläck och smörjmedel och livsmedel, läkemedel och kosmetik. Företaget fokuserar på export och bara 3% av försäljningen är i Finland. Idag har företaget runt 70 anställda i Finland, Thailand och USA. (Fluid-Bag, Produkter, 2019b)



Figur 1 Fluid-Bag Oy Ab omsättning senaste åren (Fonecta Finder, 2019).



Figur 2 Fluid-Bag Oy Ab resultat senaste åren (Fonecta Finder, 2019).

Fluid-Bag säljer två olika produkter med olika variationer, t.ex storlek på inre påsen i USA. Sammanlagt säljer de åtta olika modeller i USA. Fluid-Bag Flexi (1000 eller 900 l) är deras envägsalternativ och den innehåller en envägs inre behållare, transportväska och en träpall. Den inre behållaren är alltid ren och det finns inte behov av rengöring.

Fluid-Bag Multi kombinerar envägs inre behållare med en återanvändbar transportväska och en stålpall. Återanvändbara transportväskan kan användas upp till 25 gånger och stålpallen klarar mer än 100 transporter. (Fluid-Bag, 2019)



Figur 3 Fluid-Bag MULTI och FLEXI (Fluid-Bag, 2019).

3 Teori

I denna del av arbetet presenteras den teori som är relevant för uppgiften. I denna studie kommer jag att se på teori kring terminallokalisering och dimensionering av säkerhetslager.

3.1 Terminallokalisering

En terminal, eller även kallat depå, mellanlager eller distributionslager, är ett ställe där man kan lagra eller lasta av/om produkter. Lagrets avsikt är att ligga nära marknaden så att kunder ska få en bra service och dels för att sänka transportkostnaderna (Storhagen, 2003, s. 155).

Den ideala transporten av varor är då varorna transporteras direkt från fabriken till slutkunden utan några mellanhänder. Normalt sett går detta inte att genomföra eftersom avstånden kan vara stora och utspridda på ett brett geografiskt område. Därför är det viktigt att ha mellanlager nära kunderna för att kunna erbjuda så kort leveranstid som möjligt. Ett annat skäl att ha ett mellanlager är att företaget kan ha kunder som inte beställer stora volymer och måste därför anpassa transportererna med andra kunder för att hålla transportkostnaderna nere (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2013).

Då en ny terminal ska etableras och läget för det ska bestämmas så är det många olika faktorer som påverkar beslutet. Geografiskt läge, infrastruktur och de ekonomiska förhållandena är en stor del i beslutsfattandet. Det vanligaste sättet att gå till väga är att tillämpa kvantitativa metoder. Den mest använda kvantitativa metoden för terminallokalisering är tyngdpunktsmodellen, dvs. beräkna tyngdpunkten baserat på kundernas behov. På detta sätt minskar man det totala transportarbetet för distributionen. Om flera olika faktorer påverkar lokaliseringen blir en kvantitativ metod problematisk att använda, eftersom då måste olika metoder jämföras med varandra (Lumsden, 2012, s. 636).

Fabriksenheter är svåra och dyra att omlokalisera men terminaler däremot är både lättare och mycket billigare. Detta gäller både då man hyr terminal eller äger själv (Storhagen, 2003, s. 162).

3.2 Tyngdpunktsmetoden

Den vanligaste metoden för att optimera lokaliseringen av terminalen bygger på att terminalen placeras i tyngdpunkten i hänsyn till kundernas behov i ett givet distributionsområde. På detta sätt gör man det totala transportarbetet så liten som möjligt för

distributionen. Denna metod förutsätter att kostnaden per tonkm för att flytta godset ska vara lika oavsett var i distributionsområdet varorna är placerade och oavsett hur stora mängder som ska transporteras.

Tyngdpunktsmetoden kan användas ifall det finns en definierad efterfrågan från ett antal kunder (n). Metodens förutsättningar är att alla inblandade enheters positioner kan placeras i ett koordinatsystem (X_i, Y_i) och endast en terminal (X, Y) kan användas för att distribuera gods. Antalet konsumenter (n – kunder) och antalet producerade enheter (m – leverantörer) till terminalen är helt obegränsat. (Lumsden, 2012, s. 636)

Transportarbete

Det direkta transportarbetet (tonkm) att distribuera godsen från terminalen till kunden är en viktig komponent att mäta. Med hjälp av det kan man bygga upp en kvantitativ metod för att hitta den optimala lokaliseringen för en terminal. Utifrån kundernas behov ska godset i definierade mängder (V_{ki}) förflyttas i olika relationer till kundernas positioner (X_{ki}, Y_{ki}). Volymen av gods kan dessutom uttryckas i flera olika kvantitativa enheter, t.ex. containrar och människor (Lumsden, 2012, s. 637)

En terminal – flera kunder (n).

I denna metod fungerar terminalen som centrum för distributionen för ett antal kunder inom ett visst område. Huvudsyftet med denna metod är att minimera transportarbetet utifrån kundens behov. Ifall kunderna ges en vikt motsvarande sin efterfrågan (V_{ki}) och placeras geografiskt tillsammans med kunden (X_{ki}, Y_{ki}) ges varje kunds position en given betydelse ($X_{ki} * V_{ki} * Y_{ki} * V_{ki}$) för lokalisering av terminalen. Kunden har en betydelse för terminalens lokalisering beroende på hur mycket gods kunden behöver.

Kundernas totala behov ($\sum V_{ki}$) distribueras ut från terminalen. Terminalens optimala lokalisering (X, Y) gällande transportarbete kan fastställas då kundernas relativa betydelse är bestämd. Terminalens relativa betydelse ska vara lika stora som kundernas totala betydelse. Den optimala lokaliseringen ska beräknas för en koordinat i taget. (Lumsden, 2012, ss. 637-638)

Terminalens relativa betydelse= Kundernas relativa betydelse =>

$$\begin{cases} X * \sum_1^n V_{ki} = \sum_1^n (X_{ki} * V_{ki}) \\ Y * \sum_1^n V_{ki} = \sum_1^n (Y_{ki} * V_{ki}) \end{cases} \quad i = 1, \dots, n$$

V_{ki} = Volymen från terminal till kund i

X_{ki} = X-koordinat för kund i

Y_{ki} = Y-koordinat för kund i

Formar man om detta samband kan man fastställa terminalens koordinater för den optimala lokaliseringen (X, Y) av terminalen vad beträffar transportarbetet.

$$\begin{cases} X = \frac{\sum(X_{ki} * V_{ki})}{\sum V_{ki}} \\ Y = \frac{\sum(Y_{ki} * V_{ki})}{\sum V_{ki}} \end{cases} \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

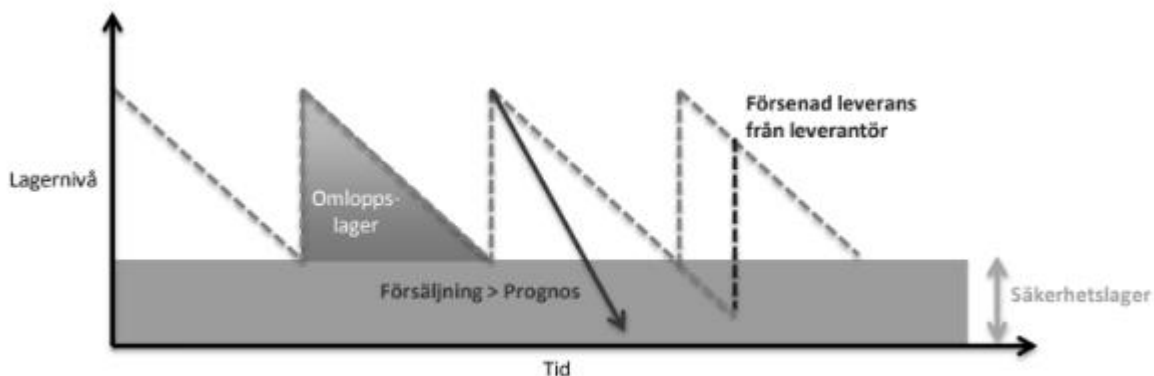
Den optimala lokaliseringen kommer att ändra med tiden då kundens behov ändrar. Den uträknade lokaliseringen ska därför inte tas som ett absolut krav på geografisk placering utan som en riktlinje på ett passande ställe för etablering. (Lumsden, 2012, ss. 637–638)

3.3 Säkerhetslager

Det bör finnas en balans mellan kapitalbindning, lagerkostnader och produkttillgänglighet. Säkerhetslagret är en viktig pusselbit för att nå en önskad servicenivå. Säkerhetslager är ett begrepp som används inom lagerstyrning och logistik. Det beskriver de extra varor som finns i lagret för att skydda mot eventuella avvikelser i efterfrågan eller ledtider. Det är en säkerhet som minskar risken att stå utan produkter när kunderna ska ha sina produkter. I en drömvärld där du aldrig har försenade leveranser och företagets prognos alltid är rätt behövs inget säkerhetslager (Borgman, 2018). Nedan kan du hitta fyra anledningar till varför säkerhetslager behövs:

- För att skydda mot variationer i både efterfrågan och ledtid
- För att skydda mot prognosfel (När efterfrågan är större än prognosen)

- För att skydda mot störningar i tillverkningen eller i leveranser
- För att undvika brister och restorder som kan leda till dålig kundservice och missad försäljning



Figur 4 Illustration på behov av säkerhetslager.

Fastställande av passande lagernivåer är en av de mest centrala och mest utmanande uppgifter som logistik-, lager- och inköpschefer kan stöta på. Om lagernivåerna är för stora så binder du mycket kapital och om lagernivåerna däremot är för små finns det risk för att lagret är tomt när kunden ska ha sina varor. (Synchron, 2015)

3.4 Olika sätt att beräkna säkerhetslager

Det finns i princip två olika sätt att gardera sig mot osäkerheter: kvantitetsgardering och tidsgardering. Med kvantitetsgardering menas att man försöker se till att ha större mängder tillgängliga än vad som förväntas behövas. Detta kallas för säkerhetslager. Det andra sättet är tidsgardering. Detta innebär att materialet beställs in tidigare än vad det behövs för att gardera sig mot osäkerheter. I det här fallet talar man om säkerhetstid.

Från en ekonomisk synpunkt kan ett säkerhetslager dimensioneras genom en fördelning mellan bristkostnader och lagerhållningskostnader. Ju större säkerhetslagret är desto mindre blir bristkostnaderna men samtidigt blir även lagerhållningskostnaderna större. Ekonomiskt optimala säkerhetslagret kan beräknas genom att få dessa två kostnader så låga som möjligt.

Bristkostnader är då produkten som efterfrågas inte finns i lagret. Dessa kostnader kommer från minskad försäljning, straff för försenade leveranser eller transportkostnader. Det är svårt

att beräkna bristkostnader och därför används inte bristkostnader eller ekonomisk optimering till att fastställa storleken på säkerhetslagret (Jonsson & Mattsson, 2005).

För att åstadkomma en fördelning mellan bristkostnader och lagerhållningskostnader används servicenivåer. Servicenivå kan definieras som sannolikheten att en order kan levereras från lagret då kunden behöver produkten (Mattsson & Jonsson, Produktionslogistik, 2003).

3.5 Servicenivå

Servicenivå i ett lager är förmågan att leverera direkt från lagret. I ett företag kan det användas i två olika avseenden. Det kan användas som en effektivitetsvariabel för att mäta nivån på prestationen i lagret, dvs. i uppföljningssyfte, samt som en variabel för att dimensionera säkerhetslager, dvs. med ett planeringssyfte (Mattsson & Jonsson, Produktionslogistik, 2003).

Då man ska bestämma storleken på säkerhetslagret måste man utgå från endera en bristkostnad eller servicekrav. Det är enklare att fastlägga en viss servicenivå. De två vanligaste definitioner är:

SERV1 = sannolikheten att inte få brist under en ordercykel

SERV2 = andel i efterfrågan som kan hämtas direkt från lager

SERV1 beskriver sannolikheten att leveransen kommer fram enligt tidtabell. Det är enkelt att räkna med detta begrepp men nackdelen med denna är att den inte tar hänsyn till leveranskvantiteten, dvs. orderkvantiteten. Om orderkvantiteten är tillräckligt stor för att täcka efterfrågan under en längre tid så kommer leveranserna sällan och då har inte en låg SERV1 någon betydelse. Trots ett högt värde på SERV1 kan den verkliga servicen vara dålig. SERV2 är svårare att använda, men ger däremot ett bättre mått på den verkliga servicen (Axsäter, 1991, s. 68).

För att beräkna säkerhetslagrets storlek måste vi fastlägga en servicenivå för varje enskild produkt. Nedan finns en tabell på sambandet mellan säkerhetsfaktor och servicenivå.

Önskad Servicenivå SN (%)	Multipler baserad på standardavvikelse, Z
50,00	0,00
75,00	0,67
80,00	0,84
84,13	1,00
85,00	1,04
90,00	1,28
84,52	1,60
95,00	1,65
97,72	2,00
98,00	2,05
99,00	2,33
99,18	2,40
99,50	2,57
99,86	3,00
99,93	3,20
99,99	4,00

Figur 5 Sambandet mellan säkerhetsfaktor och servicenivå (Lumsden, 2012,s. 330).

För att höja servicenivån från en högre nivå med en procent innebär en kraftig höjning på storleken av säkerhetslagret jämfört med en höjning med en procent på en lägre nivå. Enprocentig höjning av servicenivån är mycket dyrare desto högre servicenivån är. Nedan finns en illustration av detta.

En förbättring av servicenivån från	Ökar säkerhetslagret med
66,7-90,0 %	28 %
90,0-95,0 %	29 %
95,0-98,0 %	25 %
98,0-99,0 %	13 %
98,8-99,8 %	27 %

Figur 6 Säkerhetslagrets påverkan av ökning av servicenivån (Lumsden, 2012,s.331).

3.6 Bedömningsmetoder

Ett av de enklaste sätten att beräkna storleken på säkerhetslager och säkerhetstider är genom manuella bedömningar baserat på erfarenhetsmässiga grunder. Vid manuell bedömning försöker man ta reda på vad det kostar att ha lager samt kapitalbindning samt vilka följderna är med att få brist i lager eller försenade leveranser.

De manuellt bedömda säkerhetslagernivåerna måste registreras manuellt i företagets databas. Detta gör att denna metod är tidskrävande och opraktisk att korrigera nivåerna vartefter t.ex. efterfrågan ändras (Jonsson & Mattsson, 2005, ss.360-361).

För det mesta sätts ett fast säkerhetslagervärde per produkt som inte är baserad på någon uträkning. Denna metod leder till för hög kapitalbindning samt låg tillgänglighet för vissa produkter (Synchron, 2015).

Fluid-Bag har endast några fåtal produkter och därför kunde detta vara ett sätt att avgöra storleken på säkerhetslagret. Nackdelar med detta är att det är väldigt tidskrävande att manuellt räkna på detta och endast ett fåtal personer i företaget har den kunskapen som behövs för att göra detta.

3.7 Proportionalitetsmetoder

Den vanligaste proportionalitetsmetoden är att säkerhetslagrets storlek är lika med ett antal dagars medelefterfrågan och lika med en procentsats av medelefterfrågan under ledtid (Synchron, 2015). Säkerhetslagret blir därmed proportionellt mot efterfrågan och därför är det en proportionalitetsmetod. Hänsyn tas inte i detta fall till efterfrågevariationer, ledtidvariationer eller priser. Enligt litteraturen som finns kring detta område så anses metoden vara dålig och opålitlig eftersom beräkningen av säkerhetslager inte beaktar önskad servicenivå (Mattsson, 2015).

Ett annat sätt att beräkna säkerhetslager är genom att bestämma det som en procentsats av ledtidförbrukningen. Det kommer då att förbinda sig med storleken på efterfrågan och ledtiden. Det är då lätt att uppdatera om det sker förändringar i efterfrågan eller ledtider. Denna metod gör det möjligt att skilja på säkerhetslagerstorlekarna på ett systematiskt sätt genom att använda olika procentsatser för olika produkter. Nackdelen med denna metod är att den inte tar hänsyn till efterfrågans variation eller till prognosfel. Nedan finns en tabell om vad detta kan innebära (Jonsson & Mattsson, 2005, s. 361)

Artikel A				
Efterfrågan per vecka :	18	21	19	20
Medelefterfrågan per vecka :	20 st			
Artikel B				
Efterfrågan per vecka :	44	0	4	8
Medelefterfrågan per vecka :	20 st			

Figur 7 Artiklar med olika efterfrågevariation men samma medelefterfrågan (Jonsson & Mattsson, 2005, s. 361).

Dessa metoder tar inte i beaktande efterfrågevariationer och prognosfel och därför är inte denna metod passande för Fluid-Bag. Fluid-Bag har stora variationer i efterfrågan.

3.8 Statistiska metoder

Statistiska metoder ska användas vid dimensionering av säkerhetslager för att garantera en hög kundservice till minsta möjliga lagerkostnad.

Variation i efterfrågan

Variation i efterfrågan kan bero på flera olika orsaker. Ifall man gör prognoser på kommande försäljning/lageruttag beror variationen på hur bra prognoserna stämmer. I detta fall måste man beräkna dimensioneringen av säkerhetslagret baserat på prognosfele. Om man däremot inte gör prognoser är det variationen i efterfrågans storlek som påverkar dimensioneringen av säkerhetslagret (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2013, ss. 242-243).

Detta är den enklaste metoden att statistiskt dimensionera säkerhetslager. Formeln tar endast hänsyn till osäkerheter och variationer i efterfrågan. Formeln förutsätter även att det inte finns någon osäkerhet i ledtid från leverantör. (King, 2011) (RĂDĂȘANU, 2016)

$$SL = k * \sqrt{\frac{LT}{T}} * \sigma_d \quad (2)$$

Där:

SL = Säkerhetslager

k = Säkerhetsfaktor, Z-Värde från figur 5. Fås genom val av servicenivå.

σ_d = Standardavvikelse i efterfrågan per tidsenhet.

LT = Förväntad ledtid.

T = Tiden man använt för att beräkna standardavvikelsen i efterfrågan.

Denna formel skulle funka perfekt om ledtider från leverantörer alltid är bra och inga andra leveransproblem skulle ske. Detta är dock väldigt osannolikt och därför måste man lägga till faktorer som kompenserar för variationer i leveranskedjan. (Synchron, 2015)

Jag kommer i detta arbete att använda denna formel eftersom Fluid-Bag Oy inte har någon statistik kring ledtider. Den optimala formeln att använda skulle dock vara där den tar i beaktande variationer i både ledtid och efterfrågan.

Variation i ledtid

Även ledtiden kan variera. Om efterfrågan stämmer med prognoserna men ledtiden blir längre än planerat kommer vi att få brist. (Oskarsson, Aronsson, & Ekdahl, 2013, s. 243)

I ekvation 1 används säkerhetslager för att lindra variation i efterfrågan, men då ledtiden är det största problemet blir beräkning av säkerhetslagret enligt denna formel. Detta förutsätter dock att efterfrågan är samma hela tiden. (King, 2011)

$$SL = k * \sigma_{LT} * D_{avg} \quad (3)$$

Där:

SL = Säkerhetslager

k = Säkerhetsfaktor, Z-Värde från figur 5. Fås genom val av servicenivå.

σ_{LT} = Standardavvikelse ledtid

D_{avg} = Förväntad efterfrågan per tidsenhet

Variation i ledtid och efterfrågan

Formel 2 tog endast hänsyn till variation i efterfrågan vid dimensionering av säkerhetslager. Då osäkerhet i ledtid är ett bekymmer, måste formeln kompletteras så att den omfattar dessa variationer. Följande SERV1 formel är den vanligaste statistiska metoden för dimensionering av säkerhetslager. (Synchron, 2015)

$$SL = k * \sqrt{\sigma_d^2 * LT * D_{avg} * \sigma_{LT}^2} \quad (4)$$

Där:

SL = Säkerhetslager

k = Säkerhetsfaktor, Z-Värde från figur 5. Fås genom val av servicenivå.

σ_d = Standardavvikelse i efterfrågan per period

LT= Förväntad ledtid

D_{avg} = Förväntad efterfrågan per tidsenhet

σ_{LT} = Standardavvikelse ledtid

3.9 Säkerhetslagerlagernivå räkneexempel med statistisk metod

I detta avsnitt kommer jag att visa ett praktiskt exempel hur man beräknar säkerhetslager med hjälp av formel 3, alltså variation i ledtid. Nedan en arbetslista hur man ska gå till väga.

Beräkna Standardavvikelse ledtid

Det är väldigt sällsynt att ledtiden inte skulle variera och då måste man beräkna ut en standardavvikelse för ledtiden. I tabellen nedan kan du se ett exempel på ett företags ledtider. Förväntad tid, verklig tid samt variationen i ledtiden räknat i dagar. (Skuvault, 2016)

Tabell 1 Exempel på ledtidvariation.

Förväntad tid	Verklig tid	Variation
100	110	+10
100	105	+5
100	120	+20
100	108	+8
100	92	-8

För att beräkna ut standardavvikelsen så adderar vi först ihop variationerna, dvs 35 i detta exempel. Därefter dividerar man summan av variationerna med antalet transporter, dvs $35/5=7$. Sista steget är att addera detta tal till förväntade tiden. Standardavvikelsen skulle alltså vara 107 dagar i detta räkneexempel.

Förväntad efterfrågan per tidsenhet

I nästa steg så ska vi beräkna förväntad efterfrågan per tidsenhet. Det första vi måste göra är att bestämma en tidsperiod som man ska beräkna på. Vanligtvis brukar den tidsperiod vara tiden mellan påfyllningar till lagret. I mitt exempel kommer jag att använda 1 månad som tidsperiod. Nedan ett exempel på försäljningsprognoser varje månad.

Tabell 2 Exempel på förväntad efterfrågan.

Månader	Försäljning
1	200
2	250
3	350
4	100
5	250

För att beräkna förväntad efterfrågan per tidsenhet så beräknar vi först summan av den totala försäljningsvolymen på fem månader och delar det med antalet köpdagar. I detta exempel är försäljningen 1150 enheter och antalet inköpsdagar är 150. Den förväntade efterfrågan per tidsenhet blir då ca åtta enheter per dag.

Bestämna servicenivå

Att bestämma den rätta servicenivån är en viktig variabel för beräkning av säkerhetslager. Ju högre servicenivå desto större säkerhetslager måste hållas. Tänk på att ökningen av servicenivån för en viss produkt ökar kostnaderna för produkten. För bestämning av servicenivå använder vi oss av figur 5 i avsnitt 3.5. Om vi t.ex. vill ha en servicenivå på 95 % så får vi en säkerhetsfaktor på 1.65 enligt figuren. Detta tal kommer att vara säkerhetsfaktorn i formeln.

Beräkna säkerhetslagernivån

Nu har vi kommit till sista steget av beräkning av säkerhetslagernivån med denna formel.

Vi har fastställt alla värden vi behöver för att beräkna säkerhetslager. Sista steget är att lägga in värden i formeln:

$$SL = k * \sigma_{LT} * D_{avg} = 1,65 * 107 * 8 = 1412,4 \text{ enheter}$$

Säkerhetslagernivån blir alltså 1412 enheter för att möta efterfrågan under 107 dagar samtidigt som vi behåller en servicenivå på 95 %. 1412 enheter kan samtidigt användas som gräns när man ska fylla på i lagret, alltså när lagret når denna gräns måste man skicka iväg varorna för att undvika att lagret töms på varan.

4 Metod

I detta avsnitt presenteras den praktiska delen av arbetet, dvs. hur jag gått till väga för att komma fram till de resultat jag fått. I den första delen av arbetet har jag beräknat den optimala geografiska placeringen för lagret. Detta gjordes med hjälp av tyngdpunktsmodellen. I den andra delen av arbetet gör jag en dimensionering av säkerhetslagernivåer. I teoridelen finns mera om de olika sätten att dimensionera säkerhetslager.

4.1 Lokaliseringsanalys

Fluid-Bag Oy har ett lager i Lansing, Michigan men de vill att jag ska ta reda på om lagret är felplacerat. Jag kommer att analysera vilket läge skulle vara det mest optimala för en lagerterminal, genom att använda mig av tyngdpunktsmetoden. Vi bestämde oss för att använda tyngdpunktsmodellen eftersom den är lätt att använda och även lätt att förstå. Modellen är även anpassningsbar om man vill använda sig av flera olika viktningsfaktorer. Lokaliseringsanalysen kommer att vara begränsat till Nordamerika.

The Center of Gravity - metoden, som lokaliseringanalysen även kallas förutsätter att man kan ge en vikt åt olika kunder. För att få fram olika vikter använde jag mig av företagets två senaste årens försäljning. Vi diskuterade med min handledare på Fluid-Bag och kom fram till att för att få så bra och korrekta resultat som möjligt så använder vi oss av denna tidperiod. Som viktningsfaktor använder jag mig av bruttovikten i kg. Detta fick jag fram från företagets affärssystem. Vi samlade ihop data från 2017 och 2018 och sammanställde det i en Excel fil så att det skulle vara lätt att göra beräkningar på dessa.

Jag tog fram koordinater X (*Longitud, W*) och Y (*Latitud, N*) för företagets kunder som man kan se i figur 8. Koordinaterna togs ut med hjälp av sidan Latlong. Jag sökte på staden jag ville ha fram koordinater till och sidan gav ut exakta koordinater. Efter att ha jämfört Latlong med andra sidor så kom jag fram till att det är en pålitlig källa.

Name	City	Postal code	Country	Area Weight	N (kg)	W (kg)
East American, LLC	Providence, RI	02909	USA	2012	11,85	15,00
Roberts Barn LLC	Easton, PA	18040	USA	305	40,00	75,00
Rutherford Group & CO Corp of NY	Buffalo, NY	14206	USA	4348	42,9	76,00
Rutherford Group & CO Corp of NY	North Tonawanda, NY	14220	USA	12275	42,00	76,00
Rutherford American Inc.	Buffalo, NY	14206	USA	305	42,9	76,00
Rutherford Group & CO Corp of NY	Ontario, CA	M9T 2J8	Canada	1175	42,00	76,00
Calumet Branded Products LLC	Waukegan, IL	60094	USA	10000	40,17	76,00
Thomson Products	Rockton, IL	60172	USA	79875	42,00	80,00
Unconstrained Coatings Corp.	Delta, IL	140 140	Canada	1475	40,00	120,00
Atlantic Products LLC	Prosser, IA	52450	USA	10	71,00	92,00
Lower West (Delta plant)	Delta, IL	60172	USA	20000	38,00	76,00
Unconstrained, Mountaintop plant	Mountaintop, PA	17753	USA	80000	30,00	96,00

Figur 8 Exempel på försäljning samt insättning av koordinater.

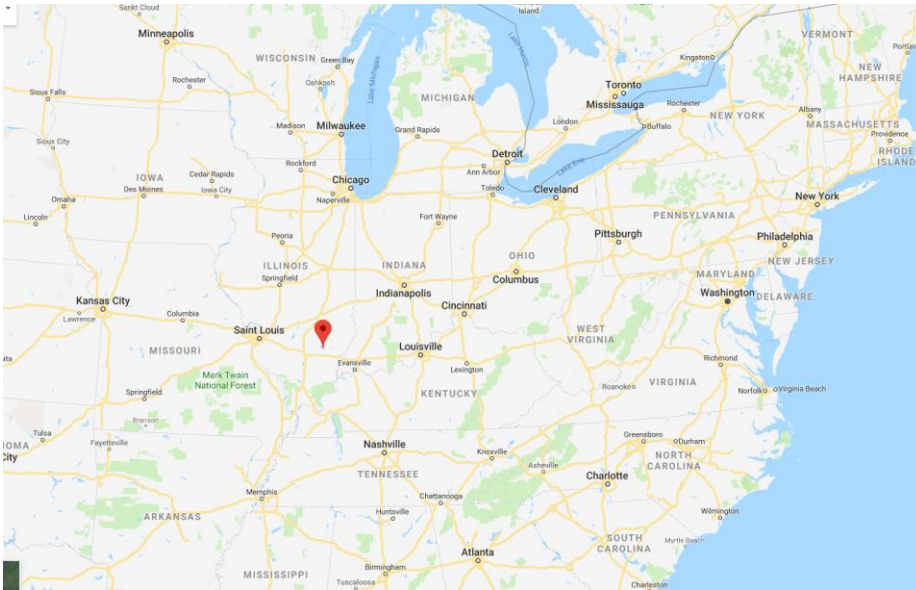
Koordinaterna för den optimala placeringen beräknades med formel 1 i teoridelen. I formeln lägger man summan av x-koordinater multiplicerat med viktningsfaktorn, V och dividerar detta med summan av viktningsfaktorerna. Detta gör man genom att använda sig av produktsumma kommandot. Beräkningarna för optimala lokaliseringen gjordes i Excel. I figur 10 hittar ni en illustration om hur man använder sig av produktsummakommandot.

Figur 9 Beräkning av optimal lokalisering med produktsummakommando.

$$\begin{cases} X = \frac{\sum(X_{ki} * V_{ki})}{\sum V_{ki}} \\ Y = \frac{\sum(Y_{ki} * V_{ki})}{\sum V_{ki}} \end{cases}$$

Efter att jag gjort uträkningarna kan man konstatera att tyngdpunkten ligger i staden Fairfield, Illinois. Staden ligger ca 250 km från staden Cincinnati, Ohio där man hade redan före arbetet funderat på att placera lagret. Eftersom optimala placeringen ligger

såpass nära Cincinnati så har vi med Fluid-Bag kommit överens om att använda Cincinnati som den optimala placeringen för lagret ifall företaget vill gå vidare med flytten.



Figur 10 Geografiskt optimala lokaliseringen av lagret.

4.2 Dimensionering av säkerhetslager

För att beräkna Fluid-Bags säkerhetslager i Lansing, Michigan har vi valt att använda Formel 2 i teoridelen eftersom Fluid-Bag Oy inte har någon statistik kring ledtider. Den optimala formeln att använda skulle dock vara där den tar i beaktande variationer i både ledtid och efterfrågan. Eftersom jag använder formel 2 istället för formel 4 så kommer säkerhetslagret med högsta sannolikhet bli för litet, men detta måste man ta i beaktande senare i resultatet.

$$\text{Säkerhetslager} = k * \sqrt{\frac{LT}{T}} * \sigma_d$$

Det första man måste fastslå är vilken servicenivå man vill ha på sina produkter. Vi har valt att använda oss av 95 % servicenivå på alla produkter. Det ger en säkerhetsfaktor på 1,65. Det är viktigt att välja en passande servicenivå för att få önskad kapitalbindning i lagret. Ju högre servicenivå man väljer desto större blir säkerhetslagret och då blir även kapitalbindningen större.

Efter att man fastställt servicenivån räknade jag ut standardavvikelsen på efterfrågan per tidsenhet. Jag använde mig av 2019 försäljning samt prognoser för att få ett så färsk och pålitligt resultat som möjligt. Detta gjorde jag med att använda formeln för standardavvikelse:

Säkerhetslager kalkylator	
Säkerhetsfaktor, k	1,65
Ledtid (dagar)	105
Tiden för beräkning av standardavvikelse efterfrågan (dagar)	365
Standardavvikelse ledtid (dagar)	
Standardavvikelse efterfrågan [produkter/månad]	19,92
Medelefterfrågan (produkter/månad)	
Formel 2. Variation i efterfrågan	
$\text{Säkerhetslager} = k * \sqrt{\frac{LT}{T}} * \sigma_d$	
Säkerhetslager	18
Formel 3. Variation i ledtid	
$\text{Säkerhetslager} = k * \sigma_{LT} * D_{avg}$	
Säkerhetslager	0
Formel 4. Variation i ledtid och efterfrågan	
$\text{Säkerhetslager} = k * \sqrt{\sigma_d^2 * LT * D_{avg} * \sigma_{LT}^2}$	
Säkerhetslager	0

Figur 11 Säkerhetslager kalkylator.

5 Resultat

Hela resultatdelen är hemlighetsstämplad och av denna orsak inte tillgängligt i denna offentliga version av examensarbetet.

5.1 Optimala placeringen av lager i USA

Figur 12 Geografiskt optimala placeringen enligt tyngdpunktsmodellen

5.2 Säkerhetslagerkalkylator

Figur 13 Exempel på säkerhetslager kalkylator

5.3 Beräkning av säkerhetslagernivåer

Tabell 4 Säkerhetslagernivåer på olika produkter

6 Diskussion

I detta kapitel kommer jag att diskutera resultaten samt om vad som kunde göras annorlunda samt möjligheter till följdstudier. Jag ger även förslag till vad som kunde göras för att få optimala lagernivåer.

Det första jag gjorde var att beräkna den optimala geografiska placeringen av lagret med hjälp av tyngdpunktsmodellen. Efter att jag gjort uträkningarna kan man konstatera att tyngdpunkten ligger i staden Fairfield, Illinois. Staden ligger ca. 250 km från staden Cincinnati, Ohio vilket vi bestämde tillsammans med Fluid-Bag att blir den optimala platsen att ha lagret. Den andra delen av arbetet bestod av beräkning av säkerhetslagernivåer. Detta gjorde jag med hjälp av statistiska metoder. Jag gjorde en kalkylator som räknar ut säkerhetslagernivåer beroende på vilket problem man har inom företaget, t.ex. variation i ledtid eller efterfrågan. Mina resultat blev lite missvisande eftersom jag inte kunde använda mig av ledtidvariation. Detta måste man ta i beaktande från företaget då man analyserar och funderar på säkerhetslagernivåerna.

Till en början kan jag konstatera att uppgiften jag gjort har varit intressant och passligt krävande. Uppgiften var även lärorik och jag fick lära mig mycket om hur mycket pengar man kan gå miste om man har för stora lager. Många företag tänker inte på dessa saker och antingen binder stora kapital eller har för små lager. Att ha för små lager kan skada förhållandet till kunden eftersom de förväntar sig att få sina produkter levererat i tid.

Syftet med arbetet var att få fram det optimala geografiska läget för lagret samt att hitta optimala lagernivåer för olika produkter i lagret. Jag tycker jag lyckats bra med att få fram den optimala platsen eftersom företaget själv frågade före arbetet om jag kan kolla upp priser på lagerhyror i Cincinnati, Ohio området vilket är väldigt nära den plats jag fått fram. Det känns även som att jag har lyckats få fram ett bra verktyg åt företaget för framtiden för att beräkna lagernivåer. Jag tror det kan hjälpa företaget att spara pengar med att ha optimala lagernivåer. Detta verktyg kan man använda i alla lager, även i framtiden i nya lager på andra platser i världen. Det kommer att bli intressant att följa med om företaget fullföljer flytten av lagret till det område jag kommit fram till.

Resultaten för lagernivåerna är några procent för låga eftersom jag inte hade någon tillgång till data för ledtidvariationer. Jag skulle rekommendera att samla information om ledtidvariationer och sedan göra nya beräkningar. Som jag redan nämnt så ger denna beräkning en bra riktlinje till vilka nivåer man ska sträva till.

Det finns en massa följdstudier man kunde göra efter detta arbete. En följdstudie kunde vara att man gör en marknadsundersökning av Cincinnati området. Företaget är t.ex. i behov av palltillverkare samt ramar. Även hyror och vägförbindelser kunde undersökas. I USA är det stora kast på skatter i olika delstater och det är viktigt att man tar reda på det före man börjar planera en flytt.

Det finns väldigt mycket att tänka på när man flyttar ett lager i ett så pass stort företag som Fluid-Bag. Av denna uppgift har jag lärt mig att man måste göra noggranna marknadsundersökningar för att flytta ett lager från en plats till en annan. Jag tycker jag hade en bra grund från de kurser jag gått men nu fick jag ännu bättre praktisk förståelse för ämnena.

Till sist vill jag ge ett stort tack till Fluid-Bag för möjligheten att göra examensarbetet åt dem. Jag vill tacka Robert Nyberg som var min handledare vid företaget samt Mikael Ehrs som var min handledare från skolans sida. Jag vill önska Fluid-Bag all lycka i framtiden.

7 Källförteckning

- Axsäter, S. (1991). *Lagerstyrning*. Lund: Studentlitteratur.
- Borgman, J. (den 27 September 2018). *Introduktion till säkerhetslager*. Hämtat från <https://www.eazystock.com/sv/blogg-sv/2018/09/27/introduktion-till-sakerhetslager/>
- Fluid-Bag. (2019a). *Fluid-Bag historia*. Hämtat från <https://www.fluid-bag.com/assets/Uploads/Fluid-Bag-History-30-years-short.pdf>
- Fluid-Bag. (2019b). *Produkter*. Hämtat från <https://www.fluid-bag.com/products>
- Fonecta Finder. (den 20 03 2019). Hämtat från <https://www.finder.fi/S%C3%A4ili%C3%B6t/Fluid-Bag+Oy+Ab/Pietarsaari/yhteystiedot/162733>
- Jonsson, P., & Mattsson, S.-A. (2005). *Logistik - Läran om effektiva materialflöden*. Lund: Studentlitteratur.
- King, P. L. (2011). CRACK THE CODE. *APICS Magazine*, ss. 33-36.
- Lumsden, K. (2012). *Logistikens grunder*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Mattsson, S.-A. (2015). *Användning av antal dagar som parameter vid lagerstyrning*. Hämtat från <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:972547/FULLTEXT01.pdf>
- Mattsson, S.-A., & Jonsson, P. (2003). *Produktionslogistik*. Lund: Studentlitteratur.
- Oskarsson, B., Aronsson, H., & Ekdahl, B. (2013). *Modern Logistik - för ökad lönsamhet*. Stockholm: Liber AB.
- RĂDĂŞANU, A. C. (09 2016). INVENTORY MANAGEMENT, SERVICE LEVEL AND SAFETY. *Journal of Public Administration, Finance and Law*.
- Skuvault. (2016). *How To Use The Safety Stock Formula: A Step-By-Step guide*. Hämtat från <https://www.skuvault.com/blog/safety-stock-formula/>
- Solving. (2019). *Solving Group*. Hämtat från <https://www.solving.com/heavy-load-handling-systems/solving-group>
- Storhagen, N. G. (2003). *Logistik - Grunder och möjligheter*. Malmö: Liber AB.
- Syncron. (2015). *Eazystock*. Hämtat från <http://www.eazystock.com/wp-content/uploads/2015/08/Dimensionering-av-sakerhetslager.pdf>